

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-188721

(43)Date of publication of application : 25.07.1995

(51)Int.Cl.

C21B 11/00

(21)Application number : 05-338648

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 28.12.1993

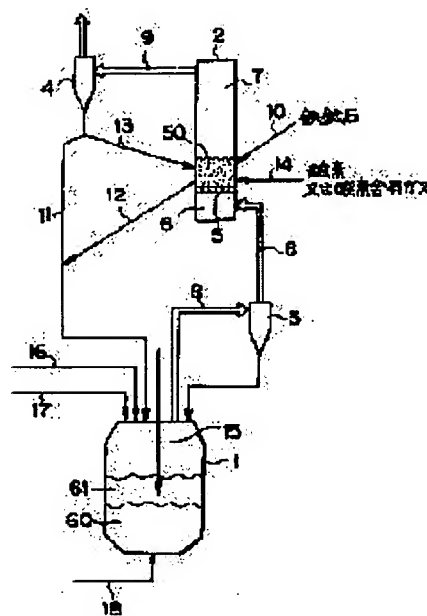
(72)Inventor : ARIYAMA TATSURO  
ASAKAWA YUKIHIKO  
MATSUBARA SHINJI

## (54) METHOD FOR PRE-REDUCING IRON ORE AND PRE-REDUCTION FURNACE FOR EXECUTING ITS METHOD

### (57)Abstract:

PURPOSE: To efficiently progress the reduction reaction of an iron ore even if the temp. of reducing gas introduced in a pre-reduction furnace is low.

CONSTITUTION: Oxygen or gas containing oxygen is supplied into fluidized bed 50 of the pre-reduction furnace 2 to execute the partial combustion of the reducing gas. In the pre-reduction furnace 2, nozzle holes 21a and 21b for blowing the oxygen or the gas containing oxygen are arranged to a side wall or a dispersion plate 5 in a reducing chamber 7. Even if the low temp. reducing gas is introduced into the pre-reduction furnace 2, as the partial combustion is executed in the reducing chamber 7 to raise the temp., the reactivity is improved. A part of the reducing component is lost by the combustion of the reducing gas, but the influence by increase in the reactivity caused by the temp. rise is much larger than the influence by the lowering of the reactivity caused by the partial loss of the reducing component. Therefore, the reactivity can drastically be improved by partial combustion of the reducing gas.



(11)特許出願公開番号

特開平7-188721

(43)公開日 平成7年(1995)7月25日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

### 技術表示箇所

C 2 1 B 11/00

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-338648

(22)出願日 平成5年(1993)12月28日

(71)出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72)発明者 有山 達郎

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

**本钢管株式会社内**

(72)発明者 浅川 幸彦

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本钢管株式会社内

(72)発明者 松原 真二

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74)代理人 弁理士 細江 利昭

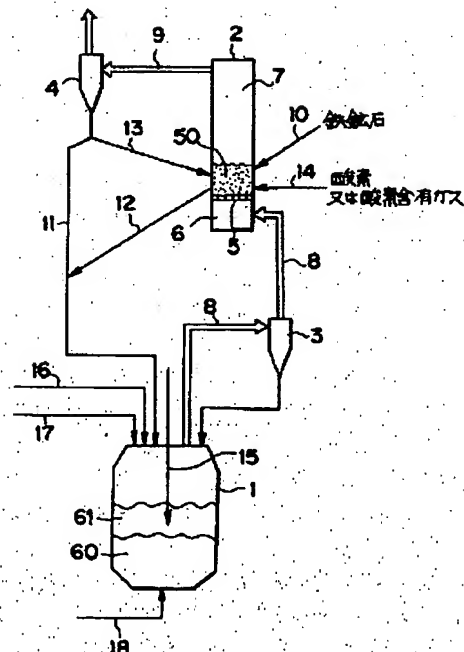
(54) 【発明の名称】 鉄鉱石の予備還元方法及びその方法を実施するための

予備還元炉

(57) 【要約】

【目的】 予備還元炉へ導入する還元性ガスの温度が低くても、鉄鉱石の還元反応を効率よく進行させることができる。

【構成】 予備還元炉 2 の流動層 5 0 中に酸素又は酸素含有ガスを供給して還元性ガスを部分燃焼させる。この予備還元炉 2 には、還元室 7 の側壁又は分散板 5 に酸素又は酸素含有ガスを吹き込むためのノズル孔 2 1 a、2 1 b を設けている。温度の低い還元性ガスを予備還元炉 2 へ導入しても、還元室 7 内で部分燃焼させ昇温させるので、反応性が上がる。還元性ガスの燃焼により還元性成分の一部が失われるが、これによる反応性の低下よりも、昇温による反応性の上昇の方が遙に大きい。従って、還元性ガスの部分燃焼させることによって、その反応性を大幅に高めることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熔融還元炉から発生する還元性ガスを流動層式予備還元炉に導入して鉄鉱石を予備還元し、この予備還元された鉄鉱石を熔融還元炉に装入する熔融還元方法において、前記予備還元炉の流動層中に酸素又は酸素含有ガスを供給して前記還元性ガスを部分燃焼させることを特徴とする鉄鉱石の予備還元方法。

【請求項 2】 熔融還元炉に連設され、この熔融還元炉から発生する還元性ガスによって鉄鉱石を予備還元する流動層式予備還元炉において、この予備還元炉の還元室内へ酸素又は酸素含有ガスを吹き込むためのノズル孔を設けたことを特徴とする流動層式予備還元炉。

【請求項 3】 酸素又は酸素含有ガスを吹き込むためのノズル孔が還元室の側壁に設けられていることを特徴とする請求項 2 記載の流動層式予備還元炉。

【請求項 4】 酸素又は酸素含有ガスを吹き込むためのノズル孔が分散板に設けられていることを特徴とする請求項 2 記載の流動層式予備還元炉。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、流動層式予備還元炉を備えた設備によって鉄鉱石を予備還元する方法及びこの方法を実施するための流動層式予備還元炉に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図 6 は鉄鉱石を熔融還元する技術の概略の説明図である。図 6 において、1 は熔融還元炉、2 は流動層式の予備還元炉である。鉄鉱石は粉粒状にされて予備還元炉 2 に装入され、予備還元炉 2 の下部からは熔融還元炉 1 から発生する高温の還元性ガスが吹き込まれる。この還元性ガスの吹き込みによって、鉄鉱石の流動層 50 が形成され、鉄鉱石は還元性ガスと効率よく接触して予備還元される。予備還元された鉄鉱石は移送管を経由して熔融還元炉 1 へ装入され、石炭や石灰及び酸素などが吹き込まれて溶鉄 60 となる。61 はスラグである。

【0003】 従来の熔融還元技術のうち、予備還元技術としては、特開昭 62-228881 号公報に開示されている設備がある。図 7 はその構成を示す図である。図 7 において、2 は流動層式予備還元炉、40 は予備還元炉下部の流動層部（濃厚流動層部）50 に設けられた還元性ガスの分散板であり、62 は予備還元炉に供給する粉鉄鉱石などの原料、63 は予備還元炉に供給する粉粒状の石炭、64 は熔融還元炉で発生した還元性ガス、65a、65b は還元され排出される鉄石を示す。又、42 は予備還元炉から飛散した粒子を捕集するサイクロン、43 は捕集した粒子を予備還元炉へ循環させるためのフィダーである。

【0004】 この予備還元設備においては、予備還元炉上部のフリーボード部 51 の炉壁に微粉炭バーナー 41 が備えられており、微粉炭を燃焼させて還元性のガス成

分を発生させて、還元反応の進行によって減少した還元性成分をフリーボード部 51 で増加させ、鉄鉱石の還元を促進させることを図っている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 鉄鉱石の予備還元炉における従来からの課題として、還元性ガスを、還元反応を効率よく進行させることができる温度で予備還元炉へ導入することができないと言う問題があげられているが、上記従来の予備還元炉においては、この問題の解決がなされていない。この問題を詳しく説明すると、次の如くである。

【0006】 熔融還元炉から発生する還元性ガス中には、硫黄やアルカリの化合物のダストが含まれている。これらのダストは鉄鉱石よりも融点が低く、軟化点が 800℃付近であるので、熔融還元炉から飛散する際には半熔融状態になっており、付着性を有している。このため、熔融還元炉から発生した還元性ガスをそのまま予備還元炉へ導入すると、ガス中の上記低融点ダストが熔融還元炉と予備還元炉 2 の間のダクトの内面や予備還元炉の分散板 40 の下面及びそのノズルの内面などに付着（粘着）し、ダクトの圧力損失を上昇させたり、分散板 40 のノズルの閉塞を招いて正常な流動層の形成を妨げたりする。

【0007】 このため、予備還元炉へ送る前の還元性ガスを 800℃以下に冷却する方法、或いは上記ダクトの冷却や上記分散板 40 を冷却したりして、これらの箇所に接触した低融点ダストを固化させた後飛散させる方法などを行い、低融点ダストの付着が起らないようにしている。

【0008】 このような処置によって 800℃以下に冷却した還元性ガスを予備還元炉へ導入すると、炉内では還元反応の進行によって還元性ガスの温度は更に低下するので、その温度は還元反応が効率よく進行する範囲から外れる。又、ダクトや分散板を冷却した場合でも、還元性ガスの冷却が行なわれるので、同様に、還元性ガスの温度は好ましい範囲から外れる。

【0009】 上述のような状況にあって、上記従来の予備還元炉においては、鉄鉱石の還元を促進させるために微粉炭バーナー 41 を備えているが、バーナー 41 が配置されているのは予備還元炉上部のフリーボード部 51 であり、ここで微粉炭燃焼を行なっても、フリーボード部 51 ではガス中の還元性成分が増加しその温度も上昇して鉄鉱石の還元は促進されるが、フリーボード部 51 よりも下の流動層部 50 においてはガス温度が低いので、この領域における鉄鉱石の還元は促進されず、予備還元炉全体としての反応効率が悪いと言う問題は、依然として解決されていない。更に、微粉炭バーナー 41 を備えることによって、設備が複雑になると共に、微粉炭燃焼に伴って操業が煩雑になると言う問題もある。

【0010】 本発明は、予備還元炉へ導入する還元性ガ

スの温度が低くても、予備還元炉全体における鉄鉱石の還元反応を効率よく進行させることができる予備還元方法と、この方法を実施するための予備還元炉を提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の予備還元方法においては、予備還元炉の流動層中に酸素又は酸素含有ガスを供給して還元性ガスを部分燃焼させる。又、本発明の流動層式予備還元炉においては、予備還元炉の還元室内へ酸素又は酸素含有ガスを吹き込むためのノズル孔を設けている。そして、上記酸素又は酸素含有ガスを吹き込むためのノズル孔は、還元室の側壁に設けてもよく、或いは分散板に設けてもよい。

#### 【0012】

【作用】予備還元炉における鉄鉱石の還元反応において、反応温度（流動層内温度）は、後述のように、800℃程度にするのが望ましい。そして、流動層内温度を800℃にするためには、予備還元炉に導入する還元性ガスの温度は1000℃程度でなければならない。しかし、予備還元炉に導入する還元性ガスは冷却されているので、流動層内温度を1000℃まで上げることはできない。

【0013】そこで、本発明においては、予備還元炉に導入される前の還元性ガスの温度が低くても、そのガスを鉄鉱石と反応する時点で昇温させ、反応性を高めるようにしている。即ち、還元性ガスが予備還元炉の還元室へ導入され、流動層を形成する段階でその温度を高くしている。この還元性ガスの昇温のために、流動層が形成されている還元室内へ酸素又は酸素含有ガスを吹き込み、還元性ガスを部分燃焼させる。この燃焼によって、ガス中の還元性成分であるCOやH<sub>2</sub>が減少するが、後述のように、この減少による反応速度の低下率は、燃焼に伴う昇温による反応速度の上昇率に比べ極めて小さい。従って、全工程におけるエネルギー効率の面からみると、その部分燃焼は大きな利点となる。

【0014】なお、予備還元炉へ酸素又は酸素含有ガスを供給すると、還元性ガスの燃焼は特定の箇所では流動層が形成されており、鉄鉱石の粉粒体が激しく混合・攪拌されているので、局部的に高温になることはない。

#### 【0015】

【実施例】図1は本発明の溶融還元方法の一実施例に係る説明図である。この図において、1は溶融還元炉、2は流動層式予備還元炉である。予備還元炉2には還元性ガスを噴出させる分散板5が取り付けられており、予備還元炉2は上記分散板5によって風箱6と還元室7に区画されている。風箱6は分散板5から還元性ガスを均一に噴出させるために設けられており、還元室7は噴出させた還元性ガスによって鉄鉱石粉粒体の流動層5.0を形

成させるために設けられている。3、4は集塵器であるサイクロン、8は溶融還元炉1で発生した還元性ガスを予備還元炉2へ送るためのダクト、9は予備還元炉2から排ガスをサイクロン4へ送るためのダクトである。なお、図示はされていないが、上記ダクト8は、冷却流体によって前記低融点ダストが付着しない程度に冷却されており、加熱された冷却流体は別の用途に利用される。図中、60は溶鉄、61はスラグを示す。

【0016】鉄鉱石は、配管10から流動層5.0が形成されている予備還元炉の還元室7へ装入され、予備還元される。この際、還元室7内では、分散板5の近傍へ酸素又は空気などの酸素含有ガスが配管14から吹き込まれ、還元性ガスの一部が燃焼する。この燃焼によって流動層5.0の温度が上昇する。そして、流動層5.0の温度は、酸素又は酸素含有ガスの吹き込み量を調節（燃焼量の調節）することによって、好ましい範囲に制御される。予備還元された鉄鉱石のうちの粗粒は配管12を経由して配管11から溶融還元炉1に装入され、予備還元炉2から飛散した粉鉄鉱石はサイクロン4で捕集された後、配管11から溶融還元炉1に装入される。13は粉鉄鉱石の一部を予備還元炉2へ還元させる配管である。

【0017】溶融還元炉1には、予備還元鉄鉱石のほか、配管16、17からそれぞれ石炭と石灰が装入されると共に、酸素ランス15からスラグ61中へ酸素が吹き込まれ、炉内で二次燃焼が行なわれる。このようにして発生した還元性ガスはダクト8を経て予備還元炉2へ送られる。

【0018】次に、本発明の溶融還元方法に使用する流動層式予備還元炉を、図2～図5によって説明する。図2は本発明の流動層式予備還元炉の一実施例における分散板付近の横断面図、図3は図2のIII-III矢視部の断面図である。図2及び図3において、2は予備還元炉、5は分散板、6は風箱、7は還元室であり、5.0は流動層を示す。2aは予備還元炉の本体であり、その内部には多数のガス噴出ノズル孔2.0が設けられた分散板5が備えられている。そして、還元室7の分散板5近傍の側壁には、複数のガス吹き込みノズル孔2.1aが斜め上方に向けて設けられている。図中、白抜きの矢印は還元性ガスの流れ方向を示し、普通の矢印は酸素又は酸素含有ガスの流れ方向を示す。

【0019】この流動層式予備還元炉によって鉄鉱石を予備還元する場合、ダクトに接続されたガス導入口2.2から風箱6内へ還元性ガスを導入し、このガスをガス噴出ノズル孔2.0から還元室7内へ噴出させて流動層5.0を形成させる。一方、ガス吹き込みノズル孔2.1aから還元室7内へ酸素又は酸素含有ガスを吹き込み、還元性ガスの一部を燃焼させる。

【0020】図4は本発明の流動層式予備還元炉の他の実施例における分散板付近の横断面図、図5は図4のIV-IV矢視部の断面図である。図4及び図5において、図

5

2及び図3で説明済みの構成部分については、同じ符号を付し説明を省略する。この実施例においては、複数のガス吹き込みノズル孔21bが分散板5に設けられており、このノズル孔21bは分散板5中に設けられた配管23によって酸素又は酸素含有ガスが供給されるようになっている。この流動層式予備還元炉は流動槽の内径が比較的大きい場合に適用するのがよい。

【0021】次に、図2及び図3によって説明した構造の流動層式予備還元炉を備えた図1の構成による設備を使用し、鉄鉱石の予備還元を行なった結果について説明する。この際の条件は下記のようにした。

予備還元炉の内径 3 m  
鉄鉱石供給量 30 t/h  
還元排ガス量 52,000 Nm<sup>3</sup>/h

【0022】まず、反応温度（流動層内温度）と鉄鉱石\*

$$OD = \frac{(CO_2 + H_2O)}{(CO + CO_2 + H_2 + H_2O)} \times 100 \quad \dots (1)$$

【0024】次に、予備還元炉への酸素吹き込み量と還元性ガスの酸化度の関係、及び酸素吹き込み量と流動層温度の変化の関係は図9の如くである。この際の予備還元炉における鉄鉱石の滞留時間は約60分にした。他の条件は上記図8の説明の場合と同じにした。図中、直線Aは燃焼によって上昇する流動層の温度、直線Bは燃焼によって上昇する還元性ガスの酸化度を示す。この図において、例えば、500 Nm<sup>3</sup>/hの酸素を吹き込んで還元性ガスを燃焼させた場合、その温度は約80℃上昇するが、その還元性成分の一部が消失することによって酸化度は約3%上昇する。還元性ガスを燃焼させることによって、反応条件が上記のように変わった場合、その還元性能がどのようになるかについて、図10で説明する。

【0025】図10は予備還元率と還元性ガスの酸化度及び流動層温度との関係を示す図である。この図において、点線は鉄鉱石の平均滞留時間が60分の場合、実線は鉄鉱石の平均滞留時間が30分の場合を示す。まず、上述のように、還元性ガスの酸化度が4.8%から3%上昇して5.1%になった際の状況を見ると、例えば、平均滞留時間が60分で流動層の温度が80.0℃の場合、酸化度が4.8%のa点の予備還元率と酸化度が5.1%のb点の予備還元率の差（低下した予備還元率）は極めて小さく、1%以下である。これに対し、流動層の温度が変化し、例えば、平均滞留時間が60分で、流動層の温度が70.0℃から80.0℃に上昇した場合の予備還元率の上昇分ΔR<sub>1</sub>は8%にもなり、又、平均滞留時間が30分で、流動層の温度が70.0℃から80.0℃に上昇した場合の予備還元率の上昇分ΔR<sub>2</sub>は10%にも及ぶ。

【0026】上述の結果を基に、還元性ガスを部分燃焼させることについての得失をみると、還元性ガスの酸化度上昇による予備還元率の低下分よりも、流動層温度の

6

\*の予備還元率との関係は図8の如くである。この図は予備還元炉における鉄鉱石の平均滞留時間と予備還元率との関係を流動層温度をパラメータにして表したものである。この図で明らかのように、流動層内温度が高いほど予備還元率は良好になる。しかし、実作業においては、流動層内温度が800℃を超える状態になると、鉄鉱石の粒子同士が付着し易くなって（所謂、スティッキング現象が起こって）大粒化し、流動層が形成されなくなる。従って、流動層内温度は800℃程度に制御するのがよい。なお、この場合の還元性ガスの酸化度ODは4.8%であった。この酸化度ODは、還元性ガスの組成から次式によって求めた値である。

【0023】

【数1】

上昇による予備還元率の上昇分の方が遙に大きいことが分かる。

【0027】

【発明の効果】本発明は、予備還元炉の流動層中に酸素又は酸素含有ガスを供給して還元性ガスを部分燃焼させる予備還元方法及びこの方法に使用する流動層式予備還元炉であって、この予備還元炉にはその還元室内へ酸素又は酸素含有ガスを吹き込むためのノズル孔が設けられている。

【0028】本発明によれば、予備還元炉に導入される前の還元性ガスの温度が低くても、そのガスを鉄鉱石と反応させる還元室内の流動層中で部分燃焼させて昇温させるので、反応性が高められ、鉄鉱石の還元反応を効率よく進行させることができる。

【0029】この還元性ガスの部分燃焼についての得失をみると、燃焼による還元性ガスの酸化度上昇によって起こる予備還元率の低下分よりも、燃焼による流動層温度の上昇によって起こる予備還元率の上昇分の方が遙に大きい。このため、還元室内へ酸素又は酸素含有ガスを供給するだけの簡単な手段を取り入れるだけで、還元性ガスの反応性を大幅に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の熔融還元方法の一実施例に係る説明図である。

【図2】本発明の流動層式予備還元炉の一実施例における分散板付近の横断面図である。

【図3】図2のIII-III矢視部の断面図である。

【図4】本発明の流動層式予備還元炉の他の実施例における分散板付近の横断面図である。

【図5】図4のIV-IV矢視部の断面図である。

【図6】鉄鉱石を熔融還元する技術の概略の説明図である。

【図7】従来の予備還元設備の構成を示す図である。

【図8】反応温度（流動層内温度）と鉄鉱石の予備還元率との関係を示す図である。

【図9】予備還元炉への酸素吹き込み量と還元性ガスの酸化度の関係及び酸素吹き込み量と流動層温度の変化の関係を示す図である。

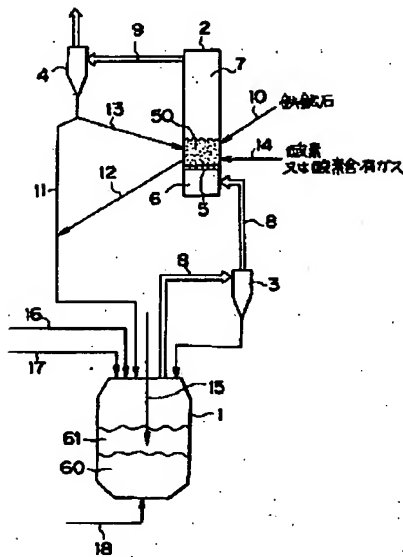
【図10】予備還元率に及ぼす還元性ガスの酸化度及び流動層温度との関係を示す図である。

【符号の説明】

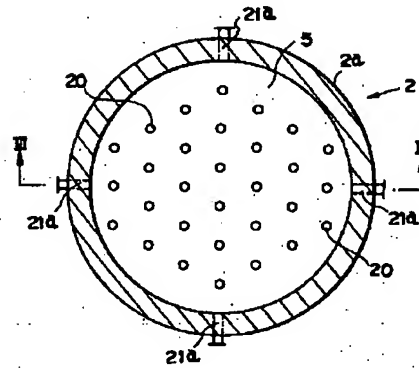
- 1 溶融還元炉
- 2 流動層式予備還元炉
- 5 分散板
- 6 風箱

- 7 還元室
- 8 還元性ガスを予備還元炉へ送るためのダクト
- 10 鉄鉱石を装入する配管
- 14 酸素又は酸素含有ガスを吹き込む配管
- 20 ガス噴出ノズル孔
- 21 a, 21 b ガス吹き込みノズル孔
- 22 還元性ガス導入口
- 23 酸素又は酸素含有ガスを供給するために分散板中に設けられた配管
- 10 50 流動層
- 60 溶鉄
- 61 スラグ

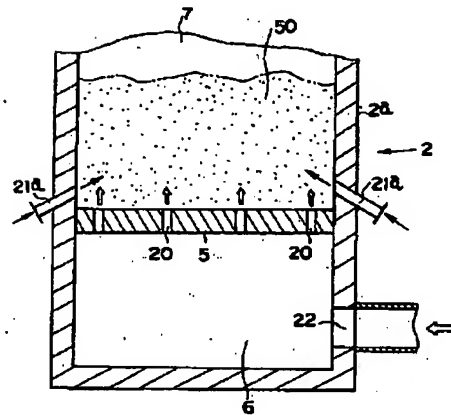
【図1】



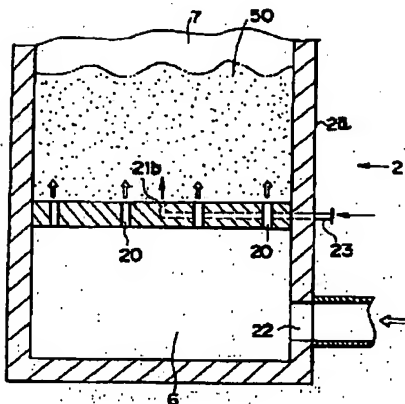
【図2】



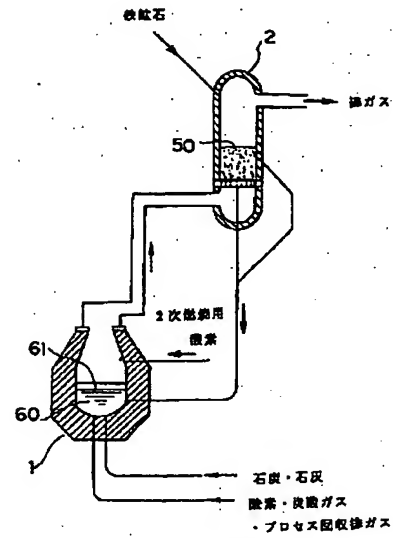
【図3】



【図5】



【图6】



【例 8】

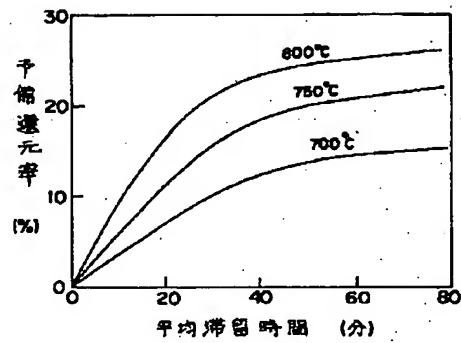


Figure 1 is a graph showing the relationship between the amount of oxygen blown (Nm³/h) on the x-axis and the temperature rise of the fluid layer (°C) on the left y-axis and the acidification rate (%) on the right y-axis. Two lines, A and B, originate from (0,0). Line A is steeper than line B. Dashed lines indicate that at 500 Nm³/h, line A corresponds to 80°C and line B corresponds to 60°C. At 1000 Nm³/h, line A corresponds to 160°C and line B corresponds to 120°C. The acidification rate increases linearly with temperature rise.

酸素吹込量 (Nm³/h)	流体層の温度上昇 (°C) [Line A]	流体層の温度上昇 (°C) [Line B]	酸化率の上昇 (%) [Line A]	酸化率の上昇 (%) [Line B]
0	0	0	0.0	0.0
250	20	15	0.4	0.3
500	80	60	1.6	1.2
750	120	90	2.4	1.8
1000	160	120	3.2	2.4

【図10】

